

BILLE SUR RAIL

FICHE N° 801

PRÉSERVER
SAUVEGARDER
VALORISER

Période de fabrication : 1950-1974

Fabricant : Gipsa-lab, Département d'automatique (ex. Laboratoire d'automatique de Grenoble)

Domaines : Procédés industriels

Sous-domaines : Génie des procédés

Organisme : Automatique

Ville : Grenoble (Isère)

Modèle :

Matériaux : Aluminium, Cuivre

Description

Le dispositif pédagogique appelé bille sur rail se compose d'un profilé aluminium en U formant un rail sur lequel roule une bille. Le but est de positionner la bille en un point donné du rail en pilotant l'inclinaison de celui-ci. Un coffret électronique regroupe le conditionnement des mesures ainsi que l'asservissement local du moteur. Le système temps-réel implanté sur un PC permet l'application de la consigne au moteur et l'acquisition de la mesure de position de la bille sur le rail.

Le rail de 1,5 m de longueur est entraîné autour d'un axe horizontal perpendiculaire par un câble fixé à ses deux extrémités. Ce câble passe par deux poulies de renvoi situées aux deux extrémités du support et fait un tour mort sur la poulie d'entraînement attachée à un motoréducteur. C'est ce motoréducteur qui commande l'inclinaison de la barre.

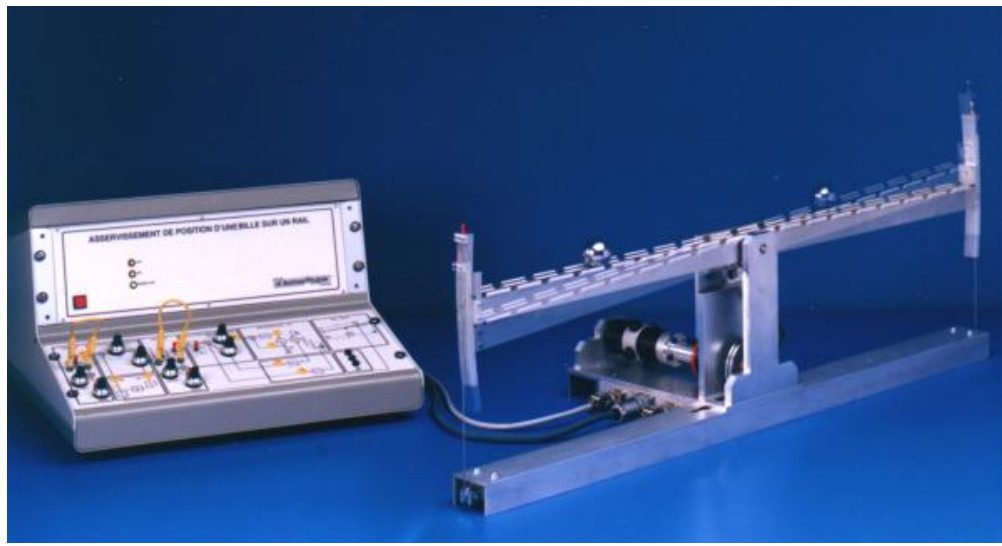
Le chemin de roulement de la bille est constitué par deux fils résistifs de petit diamètre fixés par l'intermédiaire d'entretoises isolantes sur les arrêtes du profilé. Ce montage, alimenté sous une faible tension, constitue le capteur de position de la bille. Des butées isolantes en bout de rail limitent le parcours de la bille et deux détecteurs de fin de courses limitent l'inclinaison du rail. La mesure de cette inclinaison par rapport à l'horizontale est donnée par un potentiomètre. La commande du procédé est la tension d'entrée de l'asservissement de position de l'axe moteur. La sortie du procédé est la position de la bille sur le rail.

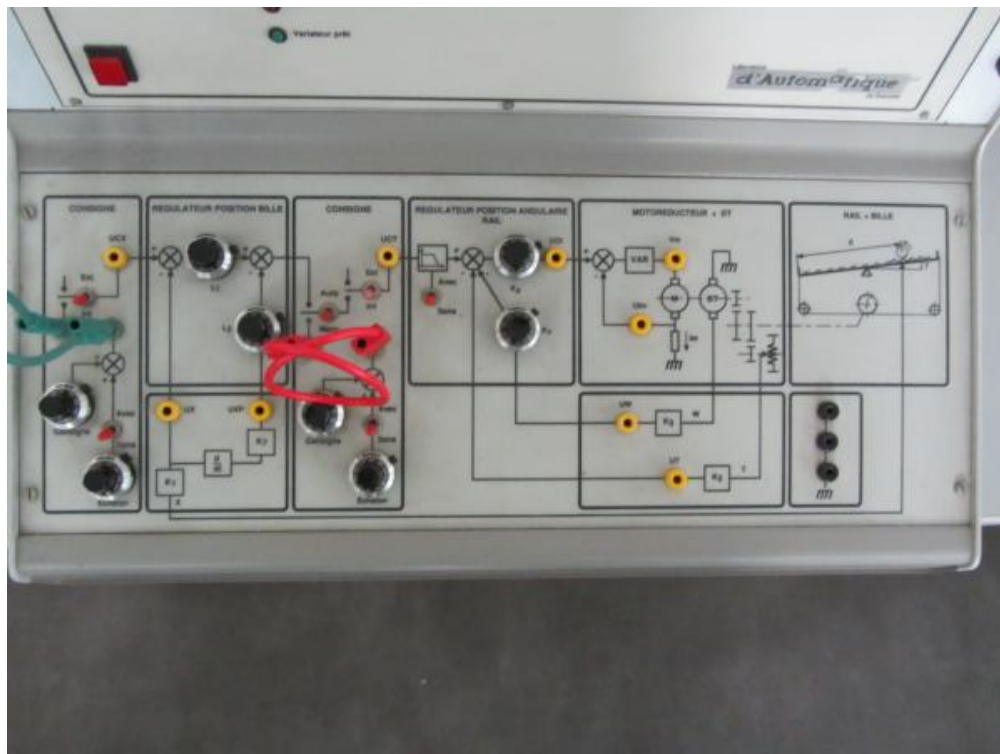
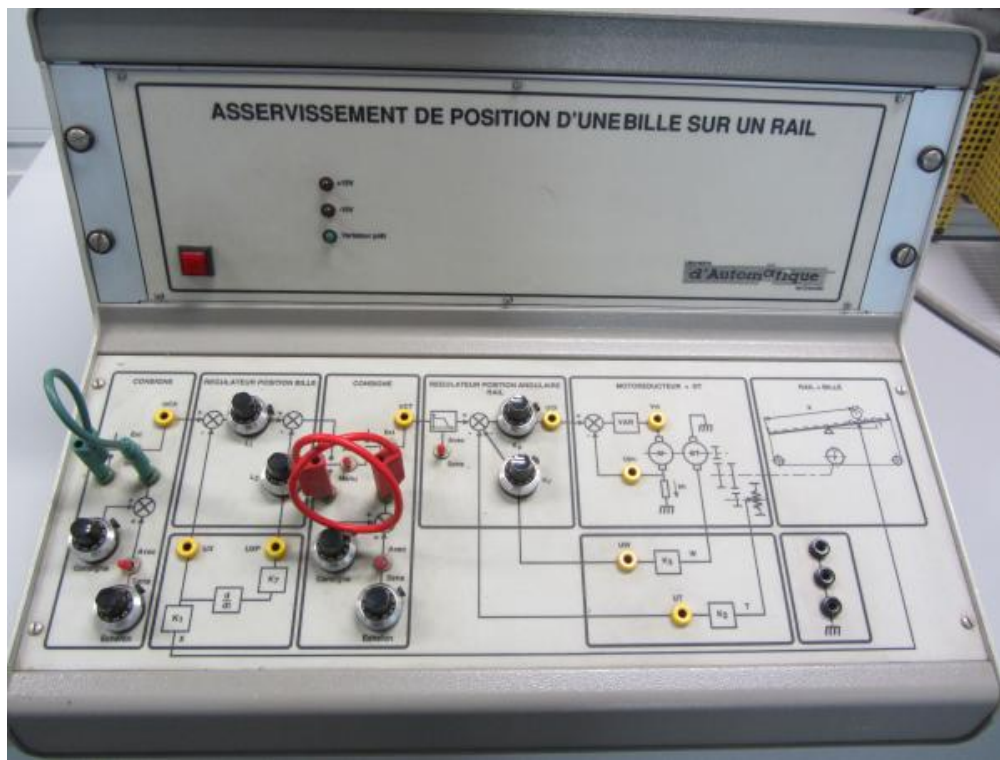
Il s'agit d'une des premières maquettes développées au début des années 1970 au laboratoire comme démonstrateur pour illustrer différents concepts de commande : commande de systèmes instables, commande par retour d'état, boucles de régulation cascade. Au début des années 1980, elle a été introduite dans l'enseignement à l'IEG et, en 1995, une nouvelle version mécaniquement rénovée grâce à l'électronique a été mise en service. Elle reste une ressource de sujets de bureaux d'études et de projets pour les élèves de l'actuel ENSE3.

Utilisation

La mise en œuvre d'une commande doit permettre d'amener la bille dans la position désirée avec des performances spécifiées. La commande doit aussi compenser des perturbations engendrées soit par une impulsion sur la bille soit par un défaut d'horizontalité du support de l'ensemble.

Ces performances pourront être atteintes par la mise en œuvre de trois boucles de régulation en cascade. Une première boucle régule le courant dans le moteur, une deuxième boucle régule la position angulaire du rail, une troisième assure le positionnement de la bille en un point du rail. Ces trois boucles fonctionnent dans des domaines temporels très différents et peuvent être réglées indépendamment. La boucle de courant, purement électronique, est considérée comme ayant un temps de réponse instantané. La boucle de position angulaire du rail est réglée pour un temps de réponse de 0,1 s, considéré comme négligeable devant la dynamique du déplacement de la bille. Ces deux boucles sont implantées sur des cartes électroniques placées dans un coffret. Le réglage de ces boucles constitue le premier travail des étudiants. On peut à partir du pupitre de ce coffret commander directement la position angulaire du rail, illustrant la difficulté à positionner la bille en un point donné et justifiant la mise en œuvre d'une boucle de commande automatique. C'est sur cette troisième boucle de régulation de position de la bille sur le rail que les étudiants peuvent planter et régler différentes commandes ayant toutes le même objectif de temps de réponse de l'ordre de 5 s. La mise en œuvre en temps réel de ces commandes se fait sur un PC doté de cartes d'entrées-sorties analogiques. Il est à noter qu'une réalisation analogique d'une commande par retour d'état est aussi implantée dans le coffret électronique.





Pour nous citer :

Base de la Mission nationale de sauvegarde et de valorisation du patrimoine scientifique et technique contemporain, PATSTEC, Bille sur rail (Gipsa-lab, Département d'automatique (ex. Laboratoire d'automatique de Grenoble)),
<https://www.patstec.fr/ressources/objets/detail?id=28536>, consulté le 2026-07-26